VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ZUR WERKSTOFFKUNDLICHEN ABSTIMMUNG VON ABFORM- UND MODELLMATERIAL BEI DER KRONENHERSTELLUNG

FLORIAN MAX GROTH

1972

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546017_0086

Aus der Prothetischen Abteilung
(Vorstand: Prof. Dr. E. Kraft)
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. Dr. J. Heiss)
der Universität München

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ZUR WERKSTOFFKUNDLICHEN ABSTIMMUNG VON ABFORM- UND MODELLMATERIAL BEI DER KRONENHERSTELLUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Florian Max Groth

München
1972

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. E. Kraft
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. E. Sonnabend
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	13. Juni 1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

A Ziel und Zweck der Arbeit 1

B Kritische Literaturübersicht 4

C Eigene Untersuchungen 7

1) Der Phantomkörper 7

2) Verwendete Abformmaterialien 8

a) Thermoplastische Abformmaterialien 8
b) Elastische Abformmaterialien 8

3) Die Abformung des Phantomkörpers 10

a) Vorbereiten der Kupferringe 10
b) Die Abformung mit den verschiedenen Materialien 12

4) Modellmaterialien und Modellherstellung 14

5) Untersuchungsmethodik 21

a) Meßmethode 21
b) Meßmikroskop 23
c) Ausmessen des Phantomkörpers 24
d) Ausmessen der Modelle 25

D Untersuchungsergebnisse 26

1) Gemessene Durchmesser 26

2) Statistische Auswertung 26

3) Tabellen 27

Seite

E Diskussion der Ergebnisse 39

1) Abformmaterialien 39

a) Thermoplastische Abformmaterialien 39
b) Elastische Abformmaterialien 40

2) Modellmaterialien 41

F Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen 47

G Zusammenfassung 48

H Literaturverzeichnis 50

A Ziel und Zweck der Arbeit

Bei der Anfertigung von festsitzendem Zahnersatz in der zahnärztlichen Prothetik wird heute fast ausschließlich die "indirekte Technik" angewendet.

Das direkte oder halbindirekte Verfahren, bei dem die später zu gießende Wachsform ganz oder teilweise im Munde des Patienten modelliert wird, rückte aus verschiedenen Gründen immer mehr in den Hintergrund. Einerseits ist das Herstellen des immer wieder geforderten exakten Randschlusses der Voll- oder Teilkrone (EICHNER (9), FRÖHLICH (11), KRAFT (41)) recht problematisch, andererseits ist ein freies Nachmodellieren außerhalb des Mundes unerläßlich - womit aber die Gefahr einer Verformung des Wachsmodells gegeben sein kann - und nicht zuletzt scheint es für den Praktiker rationeller zu sein, sich rein zahnärztlichen Aufgaben zu widmen und zeitraubende technische Arbeiten ins Labor zu verlegen.

Es wird jedoch nicht zu Unrecht gefordert, daß bei der Anwendung der "indirekten Technik" der Zahnersatz außerhalb des Mundes auf einem möglichst naturgetreuen Modell hergestellt wird. Dieses Arbeitsmodell soll dem Original nach Möglichkeit nicht nur ähnlich, sondern mit ihm auch kongruent sein (SCHWINDLING (61)).

Da aber alle Stoffe, die beim Übergang vom plastischen in den festen oder starren Zustand Volumenänderungen unterworfen sind (SCHWINDLING (61)), können sich bei der "indirekten Technik"

Fehler in die einzelnen Arbeitsgänge einschleichen, die die exakte Paßform des Werkstückes in Frage stellen:

1) Dimensionsveränderungen und Deformierungen der Abformmasse bis zur oder während der Modellherstellung (AHRENS und NAUJOKS (1), ANDRYSEK (2), BERGMANN und KÖRBER (4), EFFINGER (8), FUCHS und KOBES (12), GERATS (15, 16), HOFMANN (23), HOFMANN und LUDWIG (24, 25), ILG (28, 30, 31, 32, 33, 34, 35), KÖRBER und LEHMANN (39), LUDWIG (43), MEISNER (45), PFANNENSTIEL (49), PLISCHKA und SORGER (50), REHBERG (51), SCHWINDLING (57, 58, 59, 60, 62, 63, 64)).

2) Dimensionsveränderungen des Modellmaterials (CAESAR (6), GARDEMIN (13), ILG (29, 36), MEISNER (45), NEWMAN und WILLIAMS (46), PALMQUIST (47), RITZE (55), SCHWINDLING (61), TORESKOG (67)).

3) Dimensionsveränderungen des einzubettenden Modells, sei es nun aus Wachs oder Kunststoff hergestellt (DREYER-JØRGENSEN (7), FLAUMENHAFT (10), ILG (26), REITHER (52, 53)).

4) Dimensionsveränderungen der Einbettmasse (BONSACK (5), GERLACH (17), HEHRING (21), HÖNIG (22), KNAPPWOST (38), KRÄUTLE (40), REITHER und STECK (54)).

5) Dimensionsveränderungen des zum Guß verwendeten Metalls (APPEL (3), HANSOHM (20), KNAPPWOST (38), ROHRBACH (56), SOLBRIG (66)).

Um bei der Anwendung der "indirekten Technik" gut passende Kronen herstellen zu können, sind also in

erster Linie Arbeitsmodelle von großer Volumentreue vonnöten. Das unsachgemäße Lackieren der Stümpfe, das Anrotieren einer Folie oder gar das Ausschleifen der fertigen Krone führen zwar dazu, daß die Metallarbeit "paßt", doch von einer Krone wird unter anderem eine exakte Paßform mit gutem Randschluß gefordert, um aus karies-prophylaktischen und parodontal-hygienischen Gründen voll wirksam zu sein.

Da Verzerrungen eines abzuformenden Stumpfes in der Regel durch die Abformmasse, Dimensionsänderungen hingegen durch den Modellwerkstoff bedingt sind (ILG (29)), ist die Frage zu klären, inwieweit durch eine zweckmäßige Kombination von verschiedenen Abformmaterialien mit entsprechenden Modellwerkstoffen möglichst durchmessergetreue Arbeitsmodelle zu erzielen sind.

Dazu werden von einem Phantomkörper Abdrücke mit verschiedenen Abformmaterialien zur Modellherstellung mit verschiedenen Stumpfmaterialien verwendet. Die Durchmesser der einzelnen Stümpfe werden unter einem Auflichtmikroskop nach der ILGschen Methode gemessen und mit denen des Phantomkörpers verglichen.

B Kritische Literaturübersicht

Noch vor ca. vier Jahrzehnten war das Kupferamalgam im Gegensatz zum Modellzement ein sehr gebräuchliches Stumpfmaterial (KIRSTEN (37)).

Während früher an einen Modellwerkstoff in erster Linie Anforderungen in Bezug auf Härte, leichte Verarbeitung und Wiederverwendbarkeit (z.B. Kupferamalgam) gestellt wurden (MÁTHÉ (44)), steht heute der Wunsch nach Formtreue und -genauigkeit an erster Stelle (ILG (31), MEISNER (45), NEWMAN und WILLIAMS (46), PALMQUIST (47), PANTKE und HERRNSDORF (48), RITZE (55), SCHWINDLING (61), TORESKOG (67), UEBE (68)).

Untersuchungen von ILG (31) führten zu dem Schluß, "daß zu einem Abdruck mit gewissen und bekannten Eigenschaften nicht ein willkürlich gewähltes Modellmaterial verwendet werden darf, sondern daß ein Modellmaterial gewählt werden muß, dessen Eigenschaften ebenfalls bekannt sein müssen und das für den gegebenen Abdruck günstige und vorteilhaft verwertbare Eigenschaften besitzt".

Zu der gleichen Ansicht gelangten NEWMAN und WILLIAMS (46), nach denen das erfolgreiche Arbeiten auf Stümpfen zu einem großen Teil davon abhängt, was für ein Modellmaterial mit welchem Abformmaterial kombiniert wird.

Wegen ihres günstigen Volumenverhaltens, guter Detailwiedergabe, ausreichender Härte, leichter Handhabung, gutem Fließvermögen, rascher und universeller Verarbeitungs- und Anwendungsmöglich-

keit und nicht zuletzt auch wegen des guten Kontrastes zu den Modelliermaterialien, werden die Hartgipse heute in zunehmendem Maße zur Modellherstellung verwendet. Untersuchungen darüber liegen vor von GARDEMIN (13), GODT (18), ILG (29, 36), LENZ (42), MEISNER (45), PANTKE und HERRNSDORF (48), TORESKOG (67) und VACEK (69). Nur eine geringe Wasserlöslichkeit und die niedrige Kantenfestigkeit werden den Hartgipsen nachteilig angelastet.

Besondere Kennzeichen der auf galvanoplastischem Wege hergestellten Modelle sind die sehr genaue Oberflächenwiedergabe, die Oberflächenhärte und die hervorragende Kantenfestigkeit. Über diese Eigenschaften und über ihr Volumenverhalten wird von GAUSCH (14), GUTOWSKI (19), ILG (29, 36), LENZ (42), MEISNER (45), NEWMAN und WILLIAMS (46), SCHWINDLING und HENNIG (65), TORESKOG (67) und UEBE (68) berichtet.

Die Ursache dafür, daß die Anwendung dieser Technik erst seit einigen Jahren stärker zur Geltung kommt, mag wohl darauf zurückzuführen sein, daß sowohl die langen Galvanisierungszeiten als auch die Schwierigkeit, die Abdruckoberfläche gleichmäßig leitend zu machen, diese Entwicklung entscheidend verzögerten. Für die Genauigkeit der späteren Modelloberfläche ist in erster Linie eine gleichmäßige und dünn aufgetragene Leitschicht verantwortlich. Unscharfe Kanten am galvanisierten Stumpf lassen auf eine zu dick aufgetragene Leitschicht schließen, Lochbildungen im Modell auf Luftblasen im Elektrolyt an der Abdruckoberfläche (UEBE (68)).

Als nachteilig mag sich beim Arbeiten auf verkupferten Stümpfen auswirken, daß vom Modell Kupferspuren auf das Werkstück überpoliert werden, die zu späteren Verfärbungen führen können.

Ferner kann es beim Galvanisieren zu Schwierigkeiten kommen, wenn der Kupferring an irgendeiner Stelle durchgedrückt ist: in diesem Falle verbindet sich das elektrolytische Kupfer mit dem Ring, wobei es sich bei den betroffenen Stellen fast immer um die Präparationsgrenzen handelt, denen der Ring meist anliegt (eigene Beobachtung).

Wenn auch die Modellmaterialien auf Kunststoffbasis sehr schnell und einfach zu verarbeiten sind, wenn ihre Oberflächenglätte, ihre Kratzfestigkeit, ihre Hitzebeständigkeit und ihre Anwendungsmöglichkeit in Verbindung mit allen Abformwerkstoffen hervorgehoben werden, so wirkt sich ihre Schrumpfungstendenz doch sehr nachteilig aus (NEWMAN und WILLIAMS (46), PAIMQUIST (47), SCHWINDLING (61) und TORESKOG (67)).

Nach NEWMAN und WILLIAMS (46) gibt es noch kein ideales Stumpfmaterial. Für die Modellherstellung nach Abdrücken mit Thiokol-Abformmassen empfehlen sie u.a. Hartgipse, Versilberung, Metall-Spritzverfahren und das keramische Material Ceramco Die. Für die Modellherstellung nach Abdrücken mit Silikon-Abformmassen empfehlen sie Versilberung und Verkupferung, Metall-Spritzverfahren, Kunststoffe, Hartgipse und Ceramco Die, für Kompositionsabformmassen schlagen sie Verkupferung, Amalgame und Modellzemente vor.

C Eigene Untersuchungen

1) Der Phantomkörper (PK)

Zur Prüfung des Formverhaltens der verwendeten Abform- und Modellmaterialien wird die Abdrucknahme auf einem Phantomkörper (PK) aus Messing durchgeführt, dessen Form im Schema einer Vollkronenpräparation entspricht.

Die verschiedenen mittleren Durchmesser für diesen Vergleichskörper ergeben sich aus Messungen unter dem Auflichtmikroskop nach der ILGschen Methode (Abb.1).

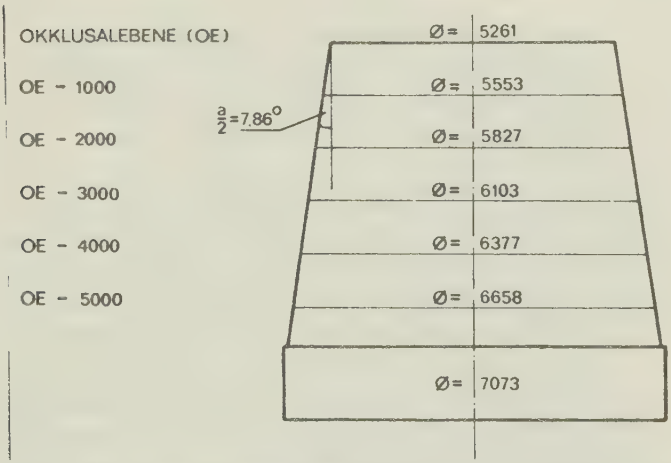

Abb.1. In das Schema des Phantomkörpers (PK) sind die mittleren Durchmesser für bestimmte Abstände zur Okklusalebene eingetragen (alle Werte in µ).

Der Wert für $\frac{a}{2}$, den halben Kegelwinkel, läßt sich aus dem Tangens der halben Differenzen der beiden

am weitesten voneinander entfernten Durchmesser und deren Höhenunterschied errechnen. Auf die Heranziehung des Durchmessers der Okklusalebene (OE) zum Ausrechnen des Tangens wird jedoch wegen der Kantenabrundung beim Übergang zur Kegelmantelfläche und der damit unsicheren Durchmesserbestimmung verzichtet.

Somit ergibt sich für $tg \frac{a}{2} = \frac{6658 - 5553}{2 \times 4000} =$

$= 0,13813 = 7,86^{\circ}$ (Abb.1).

2) Verwendete Abformmaterialien

a) Thermoplastische Abformmaterialien

Zur Verwendung gelangen Kerr-Impression-Compound Nr.2, Soft Green (Kerr Manufacturing Co., Detroit, Mich., USA) und Xantygen (Bayer, Leverkusen).

Diese Massen werden nach Herstellervorschrift über eine Zeitspanne von 20 Minuten in einem "Prometheus"-Wärmetopf bei ca. $56^{\circ}C$ erwärmt und anschließend in den ebenfalls miterwärmten Kupferring eingebracht. Vor dem Aufsetzen auf den PK wird der jeweils beschickte Kupferring kurz durch eine Flamme gezogen, um die Oberfläche der thermoplastischen Masse zu glätten.

b) Elastische Abformmaterialien

Cardex super (Cardex, Klagenfurt, Öster-

reich) ist eine knetbare, hochvisköse Silikon-Abformmasse. Die dem Volumen eines Kupferringes Nr.23 entsprechende Menge wird auf einer Glasplatte ausgestrichen und kreuz und quer mit Einschnitten versehen. Dann werden drei Tropfen Katalysator zugegeben, die sich dank der Einschnitte schnell auf dem Material verteilen. Mit einem Spatel wird kurz vorgemischt (5-10 Sek.) und nun die Paste noch 20 Sekunden mit den Fingern durchgeknetet. Entgegen der Herstellerangabe wird zur Abformung kein gelochter Ring verwendet, da es nach PLISCHKA und SORGER (50) durch das zähe Fließen einer Abformmasse zur Hohlraumbildung an Stellen geringeren Drucks - also gegenüber den Ringperforationen - kommen kann.

Zafo-Lastic (Kettenbach, Wissenbach/Dillkreis) ist eine ebenfalls knetbare, hochvisköse Silikonabformmasse. Ein Riegel wird auf einer Glasplatte ausgestrichen, mit Einschnitten versehen und mit drei Tropfen Katalysator zuerst kurz angespatelt und dann noch 30 Sekunden zwischen den Fingern geknetet. Auf die Verwendung von "Zafo-Ringen" zur Abformung wird zugunsten der Kupferringe verzichtet.

Impregum (Espe, Seefeld/Obb.) ist ein relativ niedrigvisköser Polyäthergummi, bei dem gleiche Stranglängen von Paste und Reaktor in 30 Sekunden auf einem Block bis zur gleichmäßigen Mischfarbe vermengt werden.

FD-Silikon "ATR-Qualität" (Frankonia Dental GmbH., Erlangen) ist eine niedrigvisköse Abformmasse, bei der gleiche Stranglängen Paste und Katalysator

auf einem Mischblock in 20 Sekunden bis zur gleichmäßigen Farbtönung vermischt werden.

Der Doppelabdruck wird mit den zwei Silikonen Optosil und Xantopren blau (beide von Bayer, Leverkusen) durchgeführt. Die mit einem Meßlöffel entnommene Menge Optosil wird mit 10 Tropfen Härter 45 Sekunden lang gut durchgeknetet. Auch hier wird, um eine bessere Verteilung des Reaktors in der Masse zu erreichen, diese vorher kreuz und quer eingeschnitten. Von dem leichtfließenden Xantopren blau wird ein zwei Zentimeter langer Strang mit zwei Tropfen Härter auf einem Mischblock 30 Sekunden durchgespatelt.

3) Die Abformung des Phantomkörpers

a) Vorbereiten der Kupferringe

Alle Abformungen werden bei Zimmertemperatur ($20^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$) durchgeführt. Zur Verwendung gelangen Kupferringe Nr.23 weich (Hahnenkratt, Stein/Pforzheim) bei Abdrücken mit thermoplastischen und elastischen Massen und beim Doppelabdruck Kupferringe Nr.40 weich. Um den Ringen die ihnen eigene geringe Elastizität zu nehmen, werden sie ausgeglüht und in Alkohol abgeschreckt.

Bei diesen Untersuchungen wird ein PK von kreisrundem Querschnitt abgeformt, womit also ein Konturieren des Ringes entfällt. In der Praxis aber kann es mit dem Konturieren des Kupferrings zu einer Verspannung im Kristall-

gefüge des Ringes kommen, so daß sich sein nochmaliges Ausglühen und Abschrecken in Alkohol empfiehlt, um gerade bei Verwendung von elastischen Abformmassen einer Rückstellung des Rings beim Entfernen des Abdrucks vorzubeugen. Besonders beim Abformen mit hochviskösen elastischen Massen kann es schon beim Aufschieben des Rings zu dessen Verformung kommen und - sofern er noch elastisch ist - nach seiner Entfernung durch Rückstellung zu unerwünschten Formänderungen (PLISCHKA und SORGER (50)).

Zur Abformung mit den thermoplastischen Massen wird der Rand des Rings im Abstand von ca. 1 mm etwa 1 mm tief eingeschnitten und die so entstandenen Laschen nach außen umgebördelt, um den Abdruck leichter vom PK abziehen zu können (Abb.2).

Vor dem Abformen mit den hochviskösen elastischen Massen werden die Ringe ebenso vorbereitet, jedoch an der Innenfläche mit einem Steinchen zusätzlich angerauht und mit einem Haftlack (FD-Silikon-Haftgrundierung (Frankonia Dental GmbH., Erlangen)) versehen, um den Abformmaterialien eine bessere Haftung am Kupfermantel zu ermöglichen. Aus Gründen, die PLISCHKA und SORGER (50) angegeben haben, wird das Ringmaterial jedoch nicht gelocht.

Für die Abformung mit den niedrigviskösen elastischen Massen werden die Ringe folgendermaßen vorbereitet: nach dem Ausglühen und Abschrecken in Alkohol werden sie nochmals gering erwärmt und auf eine Schellack-Guttapercha-Platte gestellt, in die sie einsinken; so wird ein ein-

facher Verschluß des Ringes erreicht, womit bei der Abformung einerseits ein Klebenbleiben des Materials am Finger vermieden und andererseits ein Verformen des Rings beim Abziehen vom PK verhindert werden kann. Diese Verschlußplatte wird mit einer heißen Sonde gelocht und mit einem heißen Messer so zurechtgeschnitten, daß sie nach allen Seiten einen Überstand von etwa 1 mm hat. So kann der Abdruck leichter gefaßt werden (Abb.3).

Für den Doppelabdruck werden ausgeglühte und abgeschreckte Kupferringe Nr.40 weich verwendet, die auf die schon erwähnte Art einen umgebördelten Rand erhalten und zusätzlich mit einer Schellack-Guttapercha-Platte verschlossen werden. Sodann werden die Verschlußplatte und das Ringmaterial mit zahlreichen Löchern (zur Retention für das Optosil) versehen, das Metall innen mit einem Steinchen angerauht und die gesamte Innenfläche mit Haftlack eingepinselt, um einem Ablösen der Mantelmasse vom Ring vorzubeugen. Am marginalen Rand werden mit einer Kronenschere zwei gegenüberliegende Kerben in den Kupferring eingeschnitten (Abb.4)

b) Die Abformung mit den verschiedenen Materialien

Vor jeder Abformung wird der Phantomkörper mit Kerr-Microfilm (Kerr Italia S.p.A., Subsidiary of Kerr M.F.G. Co., USA) isoliert.

Das Aufsetzen der mit Abformmaterial beschickten Kupferringe auf den PK erfolgt manuell unter möglichst gleichbleibendem Druck bis zum Anschlag auf der Bodenplatte, auf der der PK befestigt ist.

Zum Abformen mit thermoplastischen Massen wird der Zeigefinger mit Paraffinöl benetzt, um ein Kleben des Materials am Finger und damit eine Verformung des Abdrucks zu vermeiden.

Für das Abformen mit den hochviskösen Massen (Cardex super, Zafo-Lastic) werden keine besonderen Vorbereitungen getroffen.

In Verbindung mit den niedrigviskösen elastischen Abformmaterialien (Impregum, FD-Silikon) werden die Ringe nach der oben erwähnten Vorbereitung mittels einer Einmalspritze mit der Masse beschickt und zwar dermaßen, daß die Austrittsöffnung der Spritze am tiefsten Punkt des Rings appliziert und dann das Material - ohne Blasen zu bilden - bis zum Rand des Kupfermantels langsam ausgepreßt wird. Dann wird der Ring, wobei der Zeigefinger das Loch in der Verschlußplatte verschließt, unter gleichbleibendem Druck auf den PK aufgeschoben und kurz vor dem Anschlag auf der Bodenplatte der Finger von dem Loch entfernt, so daß die Abformmasse durch dieses abfließen und drucklos werden kann.

Die Abformung für den Doppelabdruck geht folgendermaßen vor sich: die Erstabdruckmasse wird in den Ring eingebracht und dieser langsam auf den PK aufgesetzt, so daß überschüssiges Material durch die zahlreichen Öffnungen im Kupfermantel und im Verschlußdeckel entweichen kann. Durch die durchsichtige Bodenplatte kann kontrolliert werden, ob die Masse um den PK eine gleichmäßige Stärke hat. Nach 15 Minuten wird der Erstabdruck vom PK entfernt. Von den beiden Einkerbungen am marginalen Rand ausgehend werden auf den Kegelmantel zu und an

diesem entlanggehend zwei Abflußrillen bis in die Okklusalfläche des Abdrucks hinein geschnitten. Dann wird der Abdruck mit Xantopren blau beschickt und nochmals auf den PK aufgesetzt. Über die Abflußrillen kann das überschüssige leichtfließende Material entweichen.

Jeder Abdruck verbleibt 15 Minuten auf dem PK und wird dann entfernt.

Mit jedem Abformmaterial werden 15 Stumpfabformungen durchgeführt.

4) Modellmaterialien und Modellherstellung

Entsprechend ihrer mineralischen, metallischen und organischen Bestandteile teilt SCHWINDLING (61) die Modellmaterialien in folgende Gruppen ein:

1. Hartgipse
2. Modellzemente
3. Metallische Modellwerkstoffe
   a. Leichtschmelzende Legierungen
   b. Amalgame
   c. Spence-Masse
   d. Galvanoplastische Modellherstellung
   e. Metall-Spritzverfahren
4. Kunststoffe
5. Keramische Massen

Für unsere Untersuchungen gelangen ein Hartgips (Vel-Mix Stone), ein metallischer Werkstoff (Galvanoplastik) und ein Kunststoff (Metallic-Stone precidur Kupfer) zur Verwendung.

Die Modellherstellung erfolgt ca. 24 Stunden nach der Abdrucknahme.

Vel-Mix Stone (Kerr Manufacturing Co., Detroit, Michigan, USA) ist ein Hartgips, für den die Herstellerfirma ein Mischungsverhältnis Pulver/Wasser von 4:1, d.h. 100g Pulver auf 22-25 ccm Wasser angibt. Auf einer Glasplatte werden 2,5 ccm Wasser 10g Pulver zugegeben und eine Minute intensiv durchgespatelt. Anschließend wird das Gemisch unter Zuhilfenahme eines kleinen Pinsels - um Luftblasenbildung zu vermeiden - vorsichtig in die Abdrücke eingerüttelt, die vorher mit einer Seifenlösung gesäubert worden sind. Nach zwei Stunden wird der Abdruck vorsichtig vom Stumpfmodell gelöst und dieses mit Stempelfarbe eingefärbt, um es unter dem Mikroskop besser vermessen zu können.

Die galvanoplastische Modellherstellung erfolgt durch Verkupfern des Abdrucks. Die Wiedergabegenauigkeit einer Abdruckoberfläche hängt hauptsächlich davon ab, wie die Abdrücke leitend gemacht werden. Wie schon eingangs bemerkt, ist die Grundvoraussetzung für ein gutes Modell eine gleichmäßige, dünn aufgetragene Leitschicht. Ferner ist es von außerordentlicher Wichtigkeit, daß die Kupferabscheidung langsam erfolgt, um einen möglichst feinkörnigen Niederschlag zu erhalten (UEBE (68)).

In unserem Falle werden die Abdrücke zuerst mit einer Seifen- und anschließend mit einer 30%igen Wasserstoffsuperoxidlösung gesäubert. Nach dem Abdecken des Kupferrings mit einer dünnen Wachsmanschette und dem Anlegen einer Elektrode aus Kupferdraht am tiefsten Punkt des Abdrucks wird die Abdruckoberfläche mit dem "Galvo-Spray" (Detax-Dental, Karlsruhe) leitend gemacht. Vor dem Einbringen

in das Bad ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 156,0g, H_2SO_4 42,0g, H_2O 600,0g) wird mittels einer Pipette etwas Elektrolytflüssigkeit in die Abdrücke eingefüllt, um eine Luftblasenbildung zu vermeiden. Nach 15 Minuten werden die Abdrücke kurz aus dem Bad genommen und auf einen gleichmäßigen Kupferniederschlag kontrolliert. Bei einer Gleichstromspannung von 220 Volt und einer Stromstärke von nicht mehr als 20 mA pro Abdruck wird über einen Zeitraum von 24 Stunden galvanisiert. Anschließend wird der noch verbliebene Hohlraum mehrzeitig mit Paladur ausgefüllt. Wie SCHWINDLING und HENNIG (65) feststellen konnten, braucht nach einer Galvanisierungszeit von 12 Stunden nicht mehr mit einer Verformung des Modells durch Hartgipse oder Kaltpolymerisate gerechnet zu werden, da dann der elektrolytische Niederschlag eine ausreichende Stärke aufweist.

Der Kunststoff Metallic-Stone precidur Kupfer (Schütz-Dental, Ober-Rosbach v.d.H.) ist das dritte verwendete Modellmaterial. Laut Prospektangabe des Herstellers besteht dieser Werkstoff auf Kunststoff-Metall-Basis zu 94% aus Metall, während auf den Flaschen 97% Kupfer-Stahl-Bestandteile angegeben werden. Für das Anmischen bestehen keine exakten Dosierungsvorschriften außer der, das Material so zu einer knetbaren Paste anzumischen, daß es nicht mehr vom Spatel tropft. Da wir auch Modelle aus elastischen Abdrücken herzustellen hatten, war es in diesen Fällen nicht möglich, das Material in knetbarer Konsistenz zu verarbeiten. Hier wurde es zur dicksahnigen Konsistenz angespatelt und mit Hilfe einer stumpfen Sonde vorsichtig in die Abdrücke eingerüttelt, wobei Luftblasenbildung nicht immer zu vermeiden war.

Da mit jedem Abformmaterial 15 Stumpfabformungen vorgenommen wurden, ergaben sich bei der Modellherstellung für jedes verwendete Modellmaterial 15 Stümpfe, von denen die fünf optisch besten (Lupe) zu den Messungen herangezogen wurden.

Insgesamt gelangten also bei sieben Abform- und drei Stumpfmaterialien 105 Modelle zur Vermessung.

Abb.2. Kupferring-Kerr-Abdruck

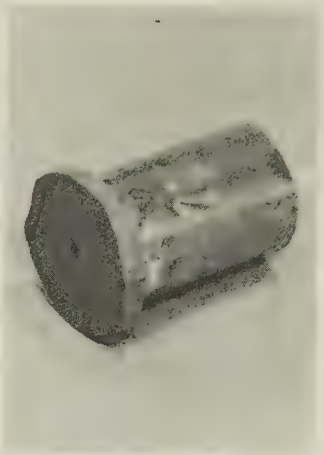

Abb.3. Der zur Abformung mit niedrigviskösen Massen vorbereitete Kupferring

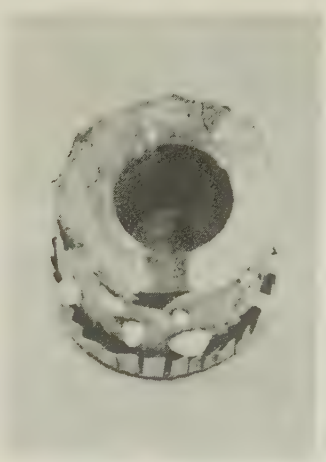

Abb.4. Der für die Versuchsreihen modifizierte Doppelabdruck mit Optosil und Xantopren

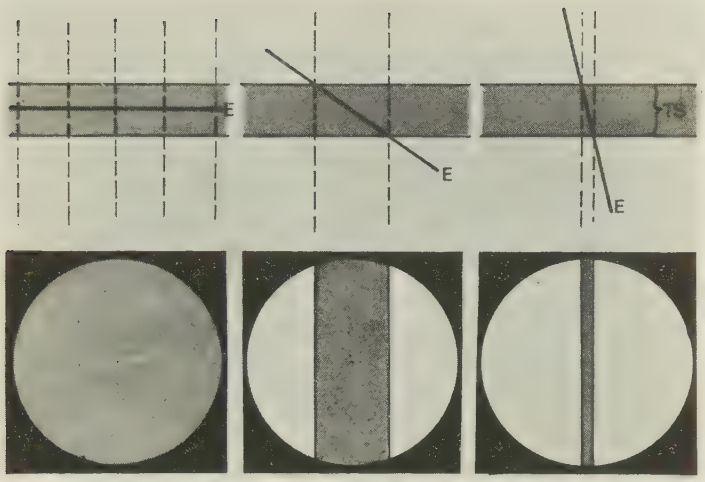

Abb.5. Schematische Darstellung einer verschieden stark geneigten Ebene (E), wie sie sich dem Betrachter beim Blick in das Okular darstellt (TS = Tiefenschärfen-Bereich)

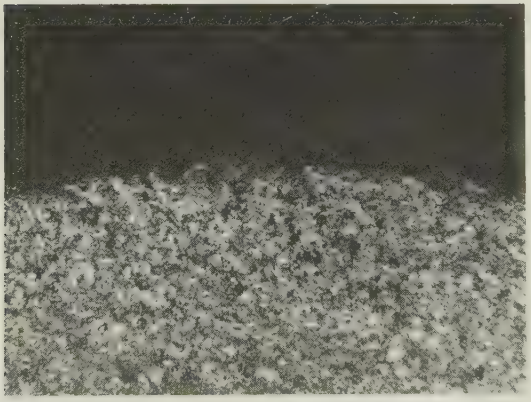

Abb.6. Blick durch das Mikroskop auf die Okklusalebene eines verkupferten Stumpfes

Abb.7. So stellt sich die Kegelmantelfläche beim Blick in das Okular dar. Der helle Bezirk am unteren Bildrand ist ein außerhalb der Tiefenschärfe liegender Teil der Okklusalebene.

Abb.8. Die gekrümmte Kegelmantellinie kann durch Verschieben des Kreuztisches in tangierende Stellung zu dem in das Okular eingeätzte Fadenkreuz gebracht werden.

5) Untersuchungsmethodik

a) Meßmethode

In seinen "Untersuchungen zum Dimensionsverhalten der Silicone-Abdruckmassen" hat ILG (31) darauf hingewiesen, daß das Ausmessen eines hochelastischen Materials unter keinerlei Meßdruck erfolgen darf.

Bei unseren Untersuchungen handelt es sich zwar um das Ausmessen von festen Körpern, aber da das von ILG (27) entwickelte optische Meßverfahren gerade für zahnärztliche Bedürfnisse geeignet ist und sich durch äußerste Genauigkeit auszeichnet, wird auf diese Methode, die an unserer Klinik von REITHER (52, 53) noch verbessert wurde, zurückgegriffen.

Dieses Meßverfahren soll nun kurz erläutert werden:
Blickt man durch ein Mikroskop auf eine Ebene, die senkrecht zur optischen Achse steht, so erscheint die ganze Ebene scharf, aber nur im Bereich der Tiefenschärfe des verwendeten optischen Systems. Wird nun die Ebene leicht geneigt, so wird von ihr nur noch ein gerader, streifenförmiger Bereich scharf abgebildet werden, nämlich der Bereich, der innerhalb der Tiefenschärfe liegt. Je stärker nun die Ebene geneigt wird, desto mehr werden die beiden Begrenzungen des Streifens zusammenrücken, bis schließlich der Teil der Ebene, der innerhalb der Tiefenschärfe liegt, nur noch als Strich erscheint. Alles, was

außerhalb der Tiefenschärfe liegt, verschwindet für das menschliche Auge (Abb.5).

Bei diesem Meßverfahren wird also das zu messende Objekt mit Hilfe der Tiefenschärfe des angewandten optischen Systems abgetastet.

Wird nun das Modell eines Kegelstumpfes auf dem Kreuztisch des Mikroskops angebracht und so ausgerichtet, daß seine Okklusalebene senkrecht zur optischen Achse steht, d.h. seine Achse parallel zur optischen Achse des Mikroskops zu liegen kommt, so erblickt man bei entsprechender Einstellung die ganze Okklusalfläche durch das Okular gleichmäßig scharf. Wird dann der Kreuztisch in horizontaler Richtung so bewegt, daß der Übergang der Okklusalebene zur Kegelmantelfläche ins Bild rückt, so ist diese Kegelmantelfläche noch nicht sichtbar, da sie außerhalb des Tiefenschärfenbereichs des optischen Systems liegt (Abb.6).

Erst beim Heben des Kreuztisches rückt der Teil der Kegelmantelfläche ins Bild, der innerhalb der Tiefenschärfe liegt und erscheint als gekrümmte Linie (Abb.7). Je mehr nun der Kreuztisch hochgedreht wird, desto weiter bewegt sich diese Mantellinie mit ihrer Konvexität zum Bildrand hin. Beim Senken des Kreuztisches wird sie wieder in die entgegengesetzte Richtung wandern.

Ein in das Okular eingeätztes Fadenkreuz erlaubt es uns, die Kegelmantellinie durch Horizontalbewegungen des Kreuztisches in tangierende Stellung dazu zu bringen (Abb.8). Wird nun der Kreuztisch mit Hilfe von Mikrometerspindeln so weit horizontal verschoben, daß die gegenüberliegende Mantellinie ins Bild kommt und in tangierende Stellung zum Fa-

denkreuz des Okulars gebracht wird, so läßt sich aus der zurückgelegten Strecke des Kreuztisches die Entfernung der beiden Fadenkreuz-Tangenten-Kombinationen errechnen und damit der jeweilige Durchmesser für eine bestimmte Höhe.

b) Meßmikroskop

Unsere Messungen werden mit dem Ortholux-II-Mikroskop mit einem 6,5fach Ultropak-Objektiv und einem 25fach Periplan-MGF-Okular (Firma Leitz, Wetzlar) durchgeführt (Abb.9). Damit ergibt sich eine Vergrößerung des Objektes um das 162,5fache. Die horizontalen Bewegungen des Kreuztisches können während des Meßvorgangs mit Hilfe von Mikrometerspindeln in sagittaler und transversaler Richtung durchgeführt und der Transportweg an diesen und mittels zusätzlich angebrachter Millimeßuhren

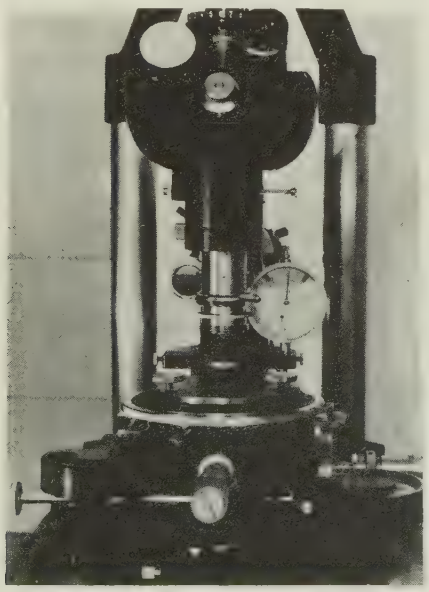

Abb.10. Das Meßmikroskop

in u abgelesen und errechnet werden. Die vertikalen Bewegungen werden von einer 1/100-Meßuhr (Mahr) registriert.

Die mathematisch bestimmbare Tiefenschärfe des verwendeten optischen Systems beträgt bei 162,5facher Vergrößerung 2,45µ. Hier aber werden die Durchmesser der verschiedenen Modellstümpfe in verschiedenen Höhen gemessen, so daß sich aus der Tiefenschärfe und der Neigung des Kegelmantels über den Tangens eine Breite der Tiefenschärfen-Linie in der Horizintalen von 0,34µ errechnen läßt. Unter der Voraussetzung, daß die Achse der zu vermessenden Modelle parallel zur optischen Achse verläuft, lassen sich also die einzelnen Durchmesser in den verschiedenen Höhen sehr genau bestimmen.

Darauf, daß dieses Meßverfahren nur unter großem Zeitaufwand bei genauer Arbeitsmethode durchgeführt werden kann, braucht nicht weiter hingewiesen zu werden.

c) Ausmessen des Phantomkörpers

Der PK und die zu untersuchenden Modelle werden in der gleichen Art und Weise vermessen.

Vor diesen Messungen wird der PK mit seiner Okklusalebene senkrecht zur optischen Achse des Mikroskops ausgerichtet. Dazu dient ein auf dem Kreuztisch angebrachter Dreipunkt-Meßtisch, dessen Füßchen aus verstellbaren Schrauben bestehen und so eine Veränderung der Neigung der Basis erlauben (Abb.9).

Für den PK ergeben sich aus jeweils 20 Messungen, die in einem Winkel von 45° (= 4 x 20 = 80 Messungen in jeder Ebene) durchgeführt werden, die in das Schema der Abb.1 eingetragenen Mittelwerte.

d) Ausmessen der Modelle

Alle Modelle werden unmittelbar nach ihrer Fertigstellung vermessen. Mit Hilfe des Dreipunkt-Meßtisches wird jeder einzelne Stumpf vor dem Meßvorgang mit seiner Okklusalebene senkrecht zur optischen Achse des Mikroskops ausgerichtet.

Ausgehend von der OE werden nun die Durchmesser im Abstand von 2000µ (=d) und 4000µ (=D) zu dieser gemessen und zwar in einem Winkel von 90° zueinander, so daß sich pro Höhe zwei Durchmesser für jedes Modell ergeben. So werden also für jedes Abformmaterial bei fünf Stümpfen aus dem gleichen Modellwerkstoff pro Höhe 10 Durchmesser gemessen, deren Mittelwerte mit denen des PK verglichen werden.

Die tabellarisch festgehaltenen Ergebnisse werden sowohl absolut als auch relativ ausgewertet. Zur Feststellung absoluter Veränderungen wird die Differenz aus dem Durchmesser des Modells und dem entsprechenden des PK gebildet,

$$\text{z.B. } d'_{\text{absol.}} = d(\text{Modell}) - d(\text{PK}).$$

Der relative Wert errechnet sich nach der Formel

$$d'_{\text{relat.}} = \frac{d'_{\text{absol.}}}{d(\text{PK})} = \frac{d(\text{Modell}) - d(\text{PK})}{d(\text{PK})}$$

Wird nun die erhaltene Zahl mit 100 multipliziert, so erhalten wir für die untersuchte Di-

mension die Expansion, bzw. Kontraktion in % linear.

Die Meßergebnisse sind in den Tabellen 1 - 9 und der Abb.12 zusammengefaßt.

D Untersuchungsergebnisse

1) Gemessene Durchmesser

Die Ergebnisse der insgesamt 420 Durchmesser-Messungen zeigen die Tabellen 1 - 6.

2) Statistische Auswertung

Die Bestimmung der Signifikanz aus den gemessenen Durchmessern erfolgt nach der Formel*

$$s = \pm\sqrt{\frac{\sum x^2 - Mx^2 \cdot n}{n - 1}} \quad ,$$

wobei x = die einzelnen gemessenen Durchmesser (d und D), Mx = das arithmetische Mittel der gemessenen Durchmesser und n = die Anzahl der entsprechenden Durchmesser sind.

Die Ergebnisse sind aus den Tabellen 7 - 9, Abb.10 und Abb.11 ersichtlich.

---

*LINDNER, A., Planen und Auswerten von Versuchen, Birkhäuser-Verlag, Basel und Stuttgart 1959

Kerr	5827	5835	5869	5829	5846
	5824	5818	5840	5822	5871
Xantygen	5856	5821	5835	5850	5827
	5842	5829	5837	5860	5834
Cardex super	5887	5871	5912	5858	5874
	5868	5862	5899	5881	5861
Zafo-Lastic	5893	5830	5881	5822	5836
	5848	5870	5886	5850	5803
Impregum	5845	5822	5813	5860	5837
	5835	5832	5853	5864	5837
FD-Silikon	5843	5848	5841	5834	5841
	5840	5829	5830	5846	5836
Optos.-Xant.	5810	5803	5805	5809	5789
	5795	5816	5806	5803	5834

Tab.1

Stümpfe aus Vel-Mix Stone (Durchmesser bei d=-2000)

Kerr	6405	6395	6415	6399	6394
	6396	6391	6396	6412	6399
Xantygen	6394	6395	6412	6397	6385
	6393	6392	6388	6369	6414
Cardex super	6441	6438	6444	6415	6416
	6419	6420	6420	6441	6429
Zafo-Lastic	6448	6396	6430	6421	6386
	6381	6427	6410	6391	6347
Impregum	6396	6383	6379	6397	6379
	6391	6396	6396	6393	6386
FD-Silikon	6382	6396	6389	6397	6389
	6386	6380	6384	6383	6386
Optos.-Xant.	6365	6358	6357	6373	6347
	6361	6364	6359	6362	6386

Tab.2

Stümpfe aus Vel-Mix Stone (Durchmesser bei D=-4000)

Kerr	5798	5823	5746	5768	5806
	5807	5801	5786	5794	5797
Xantygen	5744	5773	5777	5806	5765
	5745	5782	5759	5773	5751
Cardex super	5784	5722	5741	5744	5775
	5735	5757	5752	5739	5732
Zafo-Lastic	5770	5759	5767	5777	5754
	5742	5798	5754	5768	5762
Impregum	5745	5762	5774	5754	5742
	5754	5758	5775	5763	5763
FD-Silikon	5751	5752	5747	5743	5753
	5761	5749	5756	5729	5753
Optos.-Xant.	5693	5677	5683	5601	5667
	5666	5673	5629	5571	5626

Tab.3

Stümpfe aus Metallic-Stone (Durchmesser bei d=-2000)

Kerr	6356	6379	6294	6311	6340
	6358	6343	6346	6354	6320
Xantygen	6303	6324	6299	6333	6331
	6314	6318	6318	6316	6302
Cardex super	6349	6288	6300	6335	6339
	6313	6323	6325	6293	6307
Zafo-Iastic	6337	6329	6329	6339	6299
	6294	6352	6318	6329	6319
Impregum	6313	6304	6317	6284	6301
	6314	6304	6324	6297	6306
FD-Silikon	6297	6308	6300	6290	6305
	6309	6314	6305	6286	6301
Optos.-Xant.	6274	6244	6244	6174	6220
	6223	6248	6187	6150	6182

Tab.4

Stümpfe aus Metallic-Stone (Durchmesser bei D=-4000)

Kerr	5835	5831	5868	5844	5878
	5837	5855	5849	5840	5840
Xantygen	5857	5851	5851	5858	5856
	5849	5853	5855	5859	5867
Cardex super	5841	5830	5850	5845	5838
	5876	5822	5835	5895	5862
Zafo-lastic	5853	5865	5858	5863	5856
	5863	5866	5856	5858	5851
Impregum	5809	5866	5820	5829	5809
	5765	5824	5823	5823	5815
FD-Silikon	5840	5850	5814	5839	5824
	5840	5842	5863	5853	5843
Optos.-Xant.	5714	5711	5706	5676	5712
	5725	5752	5718	5623	5696

Tab.5

Stümpfe verkupfert (Durchmesser bei d=-2000)

Kerr	6399	6386	6423	6405	6443
	6389	6417	6399	6406	6386
Xantygen	6355	6402	6395	6388	6380
	6397	6388	6383	6411	6412
Cardex super	6381	6379	6404	6397	6391
	6411	6375	6388	6418	6411
Zafo-Lastic	6389	6395	6411	6427	6389
	6409	6401	6375	6369	6413
Impregum	6367	6385	6375	6371	6360
	6375	6378	6366	6372	6371
FD-Silikon	6393	6394	6349	6380	6363
	6375	6386	6430	6394	6391
Optos.-Xant.	6278	6285	6260	6235	6279
	6287	6314	6290	6180	6254

Tab.6

Stümpfe verkupfert (Durchmesser bei D=-4000)

	Md	d	% linear	Signif.	MD	D	% linear	Signif.	Mittelw. % linear
PK	5827		100%		6377		100%		
Kerr	5838	+11	100,18%	44,71	6400	+23	100,36%	53,71	100,27%
Xantygen	5839	+12	100,20%	39,40	6393	+16	100,25%	115,93	100,22%
Cardex super	5877	+50	100,85%	65,80	6428	+49	100,79%	66,66	100,82%
Zafo-Lastic	5851	+24	100,41%	113,50	6403	+26	100,40%	105,93	100,40%
Impregum	5839	+12	100,20%	101,62	6389	+12	100,18%	95,45	100,19%
FD-Silikon	5838	+11	100,18%	103,80	6387	+10	100,15%	50,55	100,16%
Optos.-Xant.	5807	-20	99,65%	23,40	6363	-14	99,78%	49,43	99,71%

Tab.7. Stümpfe aus Vel-Mix Stone

	Md	d	% linear	Signif.	MD	D	% linear	Signif.	Mittelw. % linear
PK	5827		100%		6377		100%		
Kerr	5792	-35	99,39%	92,44	6340	-37	99,41%	40,72	99,40%
Xantygen	5767	-60	98,97%	85,60	6315	-62	99,02%	107,98	98,99%
Cardex super	5748	-79	98,64%	34,88	6317	-60	99,05%	61,38	98,84%
Zafo-Lastic	5765	-62	98,93%	44,71	6324	-53	99,16%	84,95	99,04%
Impregum	5759	-68	98,83%	21,05	6306	-71	98,88%	72,99	98,85%
FD-Silikon	5749	-78	98,66%	72,22	6301	-76	98,80%	81,60	98,73%
Optos.-Xant.	5648	-179	96,92%	94,85	6214	-163	97,44%	98,85	97,18%

Tab.8. Stümpfe aus Metallic-Stone

	Md	d	% linear	Signif.	MD	D	% linear	Signif.	Mittelw. % linear
PK	5827		100%		6377		100%		
Kerr	5855	+28	100,48%	99,40	6405	+28	100,43%	67,47	100,45%
Xantygen	5847	+20	100,34%	88,75	6391	+14	100,21%	42,12	100,27%
Cardex super	5849	+22	100,37%	73,74	6395	+18	100,28%	86,91	100,32%
Zafo-Lastic	5858	+31	100,53%	109,54	6397	+20	100,31%	105,94	100,42%
Impregum	5818	-9	99,84%	65,81	6372	-5	99,92%	25,75	99,88%
FD-Silikon	5840	+13	100,22%	102,16	6385	+8	100,12%	88,15	100,17%
Optos.-Xant.	5703	-124	97,87%	72,99	6266	-111	98,25%	62,26	98,06%

Tab.9. Stümpfe verkupfert

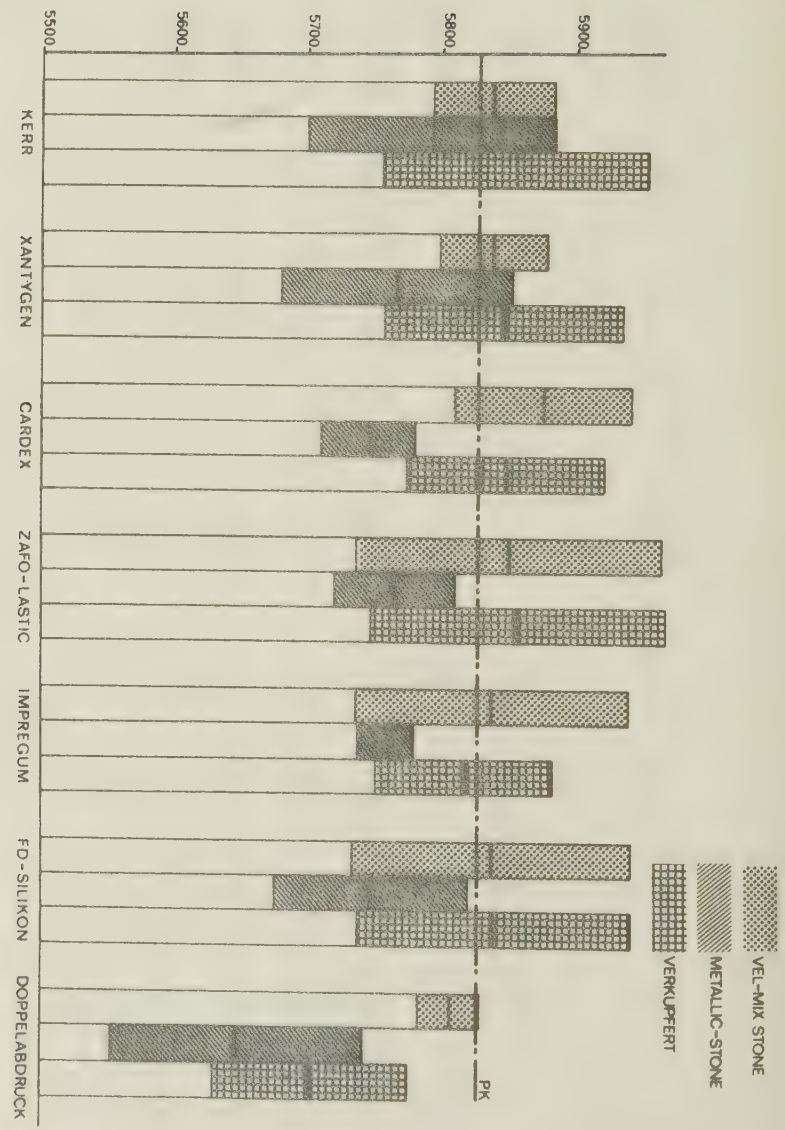

Abb.10. Statistische Signifikanz der Durchmesser 2000µ unterhalb der Okklusalebene (alle Werte in µ)

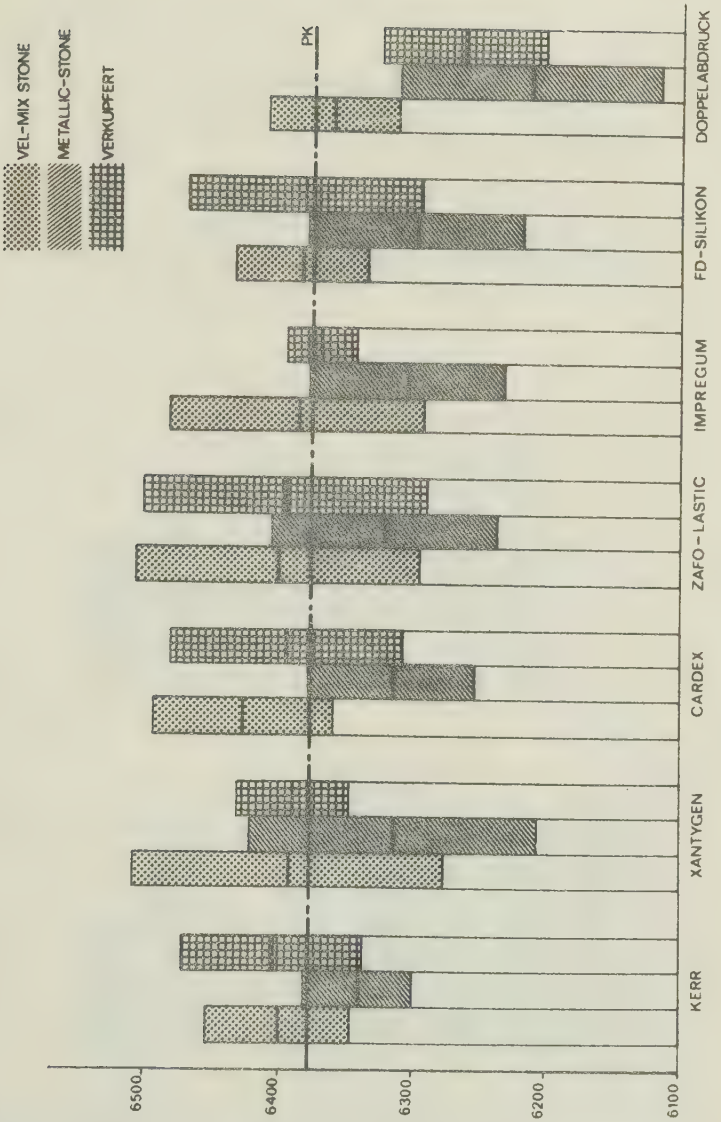

Abb.11. Statistische Signifikanz der Durchmesser 4000µ unterhalb der Okklusalebene (alle Werte in µ)

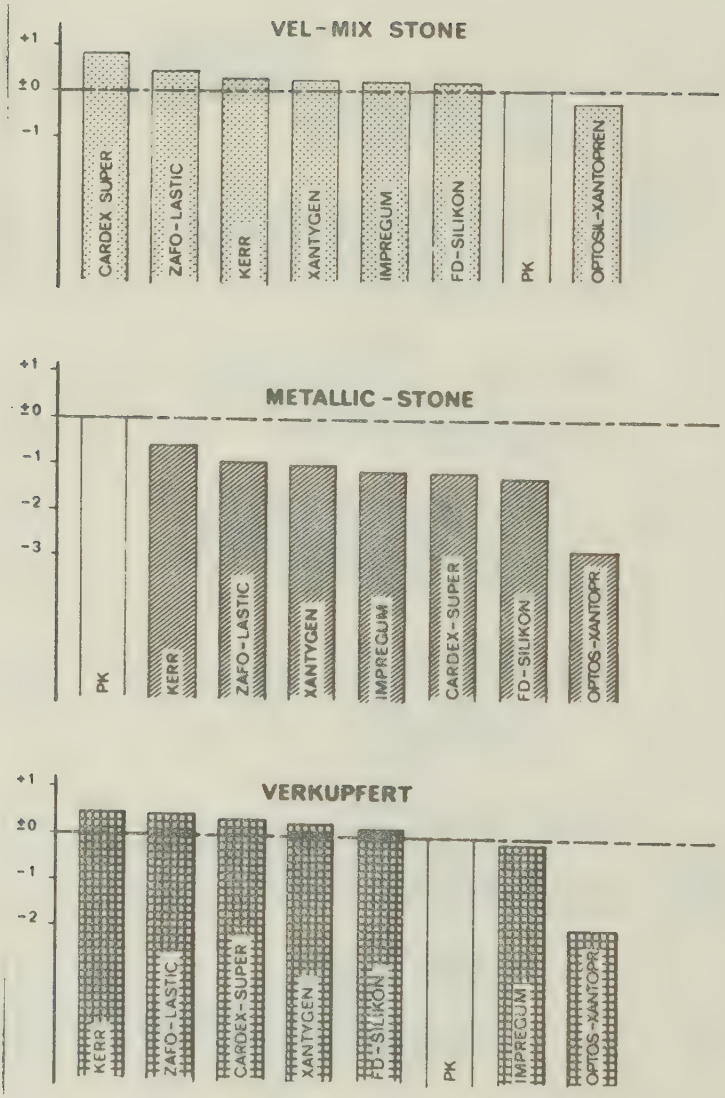

Abb.12. Mittelwerte der mittleren Durchmesser und die linearen Abweichungen vom Phantomkörper (PK) in %

E Diskussion der Ergebnisse

1) Abformmaterialien

a) Thermoplastische Abformmaterialien

Die Ergebnisse zeigen, daß beide verwendeten Abformmaterialien - nämlich Xantygen und Kerr-Impression-Compound Nr.2, Soft Green - mit Vel-Mix Stone als Stumpfmaterial größere Modelle im Vergleich zum PK ergeben.

Werden die Abdrücke verkupfert, so sind auch in diesem Falle die Modelle größer als der PK.

In Verbindung mit dem Modellwerkstoff Metallic-Stone precidur Kupfer ergeben diese Abdrücke kleinere Modelle im Vergleich zum PK.

Bei Verwendung dieser Kompositionsabformmassen erhalten wir die größten Modelle durch Verkupfern, geringfügig kleinere durch Ausgießen mit Vel-Mix Stone und die kleinsten, deren mittlere Durchmesser unter denen des PK liegen, mit Metallic-Stone.

Modelle nach Kerr-Abdrücken zeigen im Vergleich zu solchen nach Xantygen-Abdrücken etwas größere Durchmesser.

b) Elastische Abformmaterialien

Es werden Cardex super, Zafo-Iastic, Impregum, FD-Silikon und der Doppelabdruck mit Optosil und Xantopren blau verwendet.

Cardex super

Diese Abdrücke ergeben mit Vel-Mix Stone Stümpfe, deren mittlere Durchmesser weit über den vergleichbaren des PK liegen.

Aus dem Verkupfern dieser Abdrücke resultieren Modelle, die zwar kleiner als die aus dem Hartgips sind, aber immer noch größer als der PK.

In Verbindung mit Metallic-Stone erhalten wir Stümpfe, die auffallend kleiner als der PK sind.

Zafo-Iastic

Dieses Abformmaterial ergibt mit Vel-Mix Stone und beim Verkupfern Stümpfe, die nur wenig voneinander abweichen, aber größer als das Original sind.

Mit Metallic-Stone erhält man Modelle, die kleiner als der Vergleichskörper sind.

Impregum

Der Polyäthergummi führt nur in Verbindung mit dem Hartgips zu gegenüber dem PK größeren Stümpfen.

Die durch das Galvanisieren gewonnenen Modelle

sind geringfügig kleiner als der PK.

Mit Metallic-Stone werden die Modelle auffallend kleiner als der Vergleichskörper.

FD-Silikon

Dieses Abformmaterial führt sowohl bei Verwendung von Vel-Mix Stone als auch beim Verkupfern zu Stümpfen, deren Durchmesser denen des PK sehr nahe kommen, größer als diese sind und auch untereinander wenig voneinander abweichen.

In Verbindung mit Metallic-Stone sind die erhaltenen Modelle deutlich kleiner als das Original.

Doppelabdruck mit Optosil und Xantopren blau

Diese Abdruckmethode ergibt Stümpfe, die alle kleiner als das Original sind.

Dabei sind die Modelle aus dem Hartgips Vel-Mix Stone noch am größten, etwas kleiner sind die verkupferten und am kleinsten die aus dem Modellwerkstoff Metallic-Stone.

2) Modellmaterialien

In Verbindung mit jedem Abformmaterial werden Modelle aus Vel-Mix Stone, aus Metallic-Stone precidur Kupfer und durch Verkupfern hergestellt.

Vel-Mix Stone

Außer beim Doppelabdruck führt dieses Stumpf-

material in Kombination mit jedem verwendeten Abformmaterial zu Modellen, die größer als der PK sind.

Für Stümpfe aus diesem Material ergibt sich - in absteigender Reihe von groß nach klein geordnet - in Verbindung mit den untersuchten Abformmaterialien folgendes Dimensionsverhalten der mittleren Durchmesser: Cardex super - Zafo-Lastic - Kerr - Xantygen - Impregum - FD-Silikon - Phantomkörper - Optosil-Xantopren.

Metallic-Stone precidur Kupfer

Dieser Werkstoff ergibt in Verbindung mit jedem verwendeten Abformmaterial Stümpfe, die kleiner als der Vergleichskörper sind.

Die Rangfolge in absteigender Reihe lautet hier: Phantomkörper - Kerr - Zafo-Lastic - Xantygen - Impregum - Cardex super - FD-Silikon - Optosil-Xantopren.

Verkupfern

Das Galvanisieren der Abdrücke mit Kerr, Xantygen, Zafo-Lastic, Cardex super und FD-Silikon läßt Modelle entstehen, die alle größer als der Vergleichskörper sind.

In Verbindung mit Impregum-Abdrücken führt dieses Verfahren zu etwas kleineren, mit Optosil-Xantopren zu erheblich kleineren Stümpfen, verglichen mit dem Phantomkörper.

Hier stellt sich die Rangfolge - in absteigender

Reihe - wie folgt dar: Kerr - Zafo-Lastic - Cardex super - Xantygen - FD-Silikon - Phantomkörper - Impregum - Optosil-Xantopren.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß der Abstimmung von Abform- und Modellmaterial für die Kronenherstellung große Bedeutung zukommt.

So ergeben sich die Modelle mit den größten Durchmessern aus der Kombination Cardex super/Vel-Mix Stone.

Dem Phantomkörper am nächsten kommen die Kombinationen FD-Silikon/Vel-Mix Stone, FD-Silikon/Verkupfert, Impregum/Vel-Mix Stone und Impregum/Verkupfert.

Die kleinsten Stümpfe resultieren aus der Kombination Optosil-Xantopren/Metallic-Stone.

Leider stellen sich Vergleiche unserer Ergebnisse mit denen anderer Autoren wegen der unterschiedlichen Versuchsanordnungen als sehr schwierig heraus.

Zwischen dem größten Modell nach der Kombination Cardex super/Vel-Mix Stone und dem kleinsten nach der Kombination Optosil-Xantopren/Metallic-Stone besteht ein Unterschied von 3,64% linear; das würde bei einem beschliffenen Stumpf von 10 mm Durchmesser - also etwa einem Molaren entsprechend - zu Modellen führen, deren Durchmesser um fast 0,4 mm voneinander abweichen.

Die Durchmesser der Modelle aus Vel-Mix Stone zei-

gen in Verbindung mit den einzelnen Abformmaterialien - in fallender Reihe - folgendes Verhalten: Cardex super - Zafo-Lastic - Kerr - Xantygen - Impregum - FD-Silikon - Phantomkörper - Optosil-Xantopren.

Ausgehend von der Tatsache, daß die beiden thermoplastischen Massen der Abbindeexpansion des Hartgipses einen gewissen Widerstand entgegensetzen, verwundert es nicht, daß aus Cardex super- und Zafo-Lastic-Abdrücken größere Modelle resultieren. Damit stellt sich aber die Frage, warum Impregum- und FD-Silikon-Abdrücke nicht auch zu größeren Modellen als Kerr- und Xantygen-Abdrücke führen. Wenn man davon ausgeht, daß sich die thermoplastischen Materialien beim Abkühlen in Richtung zum Kupferring hin kontrahieren (ILG (34)), also eine Vergrößerung ihres Abdrucklumens erfahren, darf für den Polyäthergummi Impregum und das FD-Silikon angenommen werden, daß sich ihr Volumen in den 24 Stunden bis zur Modellherstellung und zum Ausmessen dem PK gegenüber kaum verändert hat, so daß in diesem Fall nur die Abbindeexpansion des Hartgipses zur Wirkung kommt.

Daß die Hartgipsmodelle aus Cardex super- und Zafo-Lastic-Abdrücken größer als solche aus Impregum- und FD-Silikon-Abdrücken sind, läßt aber auch darauf schließen, daß die beiden erstgenannten Silikone bis zur Modellherstellung entweder einer größeren Schrumpfung unterliegen, woraus eine Vergrößerung ihres Abdrucklumens resultiert, oder aber, daß sie der Abbindeexpansion des Hartgipses weniger Widerstand bieten, also weicher als Impregum und FD-Silikon sind.

In Verbindung mit Vel-Mix Stone ergeben die Doppelabdrücke aus Optosil-Xantopren gegenüber dem PK kleinere Stümpfe. Trotz ausreichend erscheinender Abflußrillen scheint also eine Kompression der Mantelmasse durch das Zweitabformmaterial stattzufinden, was beim Abnehmen des Gesamtabdrucks vom Original durch Zurückfedern zu einem verkleinertem Abdrucklumen führt, das durch die Abbindeexpansion des Hartgipses nicht mehr kompensiert werden kann.

Jedes verwendete Abformmaterial führt mit dem Modellwerkstoff Metallic-Stone zu gegenüber dem PK kleineren Stümpfen.

Daraus läßt sich schließen, daß sich keine Abformmasse in den 24 Stunden bis zur Modellherstellung so weit kontrahiert, daß in Verbindung mit diesem Kunststoff Modelle entstehen, die dem PK in den Durchmessern auch nur annähernd nahekommen.

Durch das Verkupfern der einzelnen Abdrücke entstehen Modelle, deren mittlere Durchmesser - in absteigender Reihenfolge - so einzuordnen sind: Kerr - Zafo-Lastic - Cardex super - Xantygen - FD-Silikon - PK - Impregum - Optosil-Xantopren.

Die Galvanoplastik wird allgemein als das genaueste Verfahren zur Modellherstellung angesehen. Wie SCHWINDLING und HENNIG (65) jedoch feststellen konnten, hängt für die von ihnen untersuchten Silikon-Abformmassen die Genauigkeit eines nach diesem Verfahren hergestellten Modells von folgenden Einflüssen ab: der Lagerungsdauer des Abdrucks, der Veränderung des Abdrucks durch das Einbringen in ein feuchtes Milieu (Elektrolytbad), der Galvani-

sierungsdauer und der Art des verwendeten Füllstoffes, mit dem der verbliebene Hohlraum ausgefüllt wird. Ihre Untersuchungen zeigen einerseits, daß die Abformmasse durch Wasseraufnahme aufquillt - was zu einer Verkleinerung der Abdruckhohlform führt - und andererseits, daß bei ungenügender Dicke des Metallmantels dieser durch den verwendeten Werkstoff, mit dem der Hohlraum ausgefüllt wird, verformt werden kann.

CAESAR (6) hat beobachtet, daß sich Arbeiten immer dann am Patienten nicht eingliedern ließen, wenn Impregum-Abdrücke feucht gelagert worden waren.

Zumindest auf den Abformwerkstoff Cardex super können die Beobachtungen von SCHWINDLING und HENNIG übertragen werden. Denn das Verkupfern dieses Materials führt im Gegensatz zur Modellherstellung aus Hartgips zu wesentlich kleineren Stümpfen, wenn auch diese noch größer als der Vergleichskörper sind. Es darf also angenommen werden, daß Cardex super beim Einbringen in das Elektrolytbad einem Quellungsvorgang unterliegt und so eine Verkleinerung der Abdruckhohlform die Folge ist. Die Abbindeexpansion des Hartgipses allein dürfte nicht zu so großen Unterschieden der mittleren Durchmesser führen.

Daß in unserem Falle auch galvanisierte Impregum-Abdrücke gegenüber dem PK und der Modellherstellung mit Vel-Mix Stone kleinere Stümpfe ergeben, erhärtet die Beobachtungen von CAESAR (6).

Auch aus den verkupferten Doppelabdrücken resultieren kleinere Modelle als bei der Verwendung von

Hartgips. Für diese Tatsache dürfen wohl eine gewisse Quellung des Abdrucks im Elektrolytbad als auch die Abbindeexpansion des Vel-Mix Stone verantwortlich gemacht werden.

Die Ursache für die Verkleinerung der erwähnten Stümpfe der Kontraktion des verwendeten Füllmaterials, also dem Paladur, zuzuschreiben, darf ausgeschlossen werden. Einerseits wurden die Abdrücke 20-24 Stunden im Kupferbad belassen, so daß sich ein ausreichend dicker Kupfermantel bilden konnte, andererseits wurde der verbliebene Hohlraum dreizeitig mit dem Autopolymerisat ausgefüllt, um auch so eine Verformung des Kupfermantels zu vermeiden.

Die Durchmesser der restlichen verkupferten Abdrücke (Kerr, Xantygen, Zafo-Lastic und FD-Silikon) fallen gegenüber entsprechenden Stümpfen aus Vel-Mix Stone sogar größer aus, woraus zu ersehen ist, daß nicht jedes Abformmaterial einer Quellung im Kupferbad unterworfen sein muß.

F Schlußfolgerungen aus den Ergebnissen

Wenn auch diese Ergebnisse nur für den Fall der aufgezeigten Untersuchungsbedingungen gültig sind, und unter Mundverhältnissen mit Sicherheit abweichende Resultate erwartet werden können, so darf doch geschlossen werden, daß der Durchmesser eines Arbeitsmodells durch eine entsprechende Kombination von Abform- und Modellmaterial beeinflußt werden kann.

Um bei Anwendung der "indirekten Technik" zu gut

sitzenden Kronen kommen zu können, sind in erster Linie durchmessergetreue Arbeitsmodelle nötig, die auch geringfügig größer als der abgeformte Stumpf sein dürfen. Das Arbeiten auf zu kleinen Modellen muß zwangsläufig zu Kronen führen, die sich nicht ganz auf den beschliffenen Zahn aufschieben lassen und sowohl die Präparation nicht ganz abdecken als auch zu hoch sind.

Es darf also gefordert werden:

1. Keine Verwendung von Metallic-Stone als Modellmaterial bei der Kronenherstellung
2. Kein Doppelabdruck zur Abformung eines Stumpfes, der überkront werden soll
3. Bei Anwendung der Ringabformung mit Impregum im Zuge der Kronenherstellung dürfen die Abdrücke nicht verkupfert werden.

Alle anderen Materialien und deren Kombinationen sind für die Kronenherstellung geeignet.

G Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden die Abformmaterialien Kerr, Xantygen, Cardex super, Zafo-Lastic, Impregum, FD-Silikon und der Doppelabdruck mit Optosil-Xantopren blau im Zusammenhang mit den Modellwerkstoffen Vel-Mix Stone, Metallic-Stone und bei Verkupferung auf ihr Dimensionsverhalten untersucht. Als Modell und Vergleichskörper dient ein stilisiertes Kronenmodell.

Alle Abformmaterialien werden mit allen Modell-

werkstoffen kombiniert, so daß sich insgesamt 21 Kombinationen ergeben. Von jeder Kombination gelangen fünf Modelle zur Untersuchung. Von jedem Modell werden in je zwei Ebenen zwei zueinander senkrecht stehende Durchmesser mit dem Auflichtmikroskop optisch gemessen. Aus insgesamt 105 Modellen ergeben sich somit 420 Durchmesser.

Aus diesen Messungen werden für jede Kombination die mittleren Durchmesser, deren Signifikanz und die linearen Abweichungen der Modelldurchmesser vom Phantomkörper berechnet.

Ergebnisse: Mit Ausnahme des Stumpfmaterials Metallic-Stone, des Doppelabdrucks mit Optosil-Xantopren blau und der verkupferten Impregumabdrücke sind für die Kronenherstellung alle untersuchten Materialien und deren Kombinationen geeignet.

H Literaturverzeichnis

1) AHRENS, G. und NAUJOKS, R. — Vergleichende Untersuchungen an elastischen Abdruckmaterialien für die indirekte Inlaytechnik. Dtsch. zahnärztl. Z. 16, 472 (1961)

2) ANDRYSEK, K. — Über die Abformung elastischer Körper mittels elastischer Abformmassen auf Silikonbasis. Dtsch. Zahnärztebl. 16, 619 (1962)

3) APPEL, E. — Über Expansion und Kontraktion von Goldlegierungen und ihren Ausgleich beim Guß durch entsprechende Maßnahmen. Med. Diss. München 1938

4) BERGMANN, H. und KÖRBER, E. — Untersuchungen über neue Abdruckmaterialien für Kronen und Brücken. Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 944 (1966)

5) BONSACK, Ch. — Der heutige Stand des Gußproblems. Dtsch. zahnärztl. Z. 8, 5 (1953)

6) CAESAR, H.-H. Versuchsreihe über Abdruck- und Modellmaterial
Dent. Labor 19, 24 (1971)

7) DREYER-JØRGENSEN, K. Untersuchungen über Präzisions-Gußtechnik
Quintess. zahnärztl. Lit. 5, Ref. 493 (1954), aus Göteborgs Tandläkare-Sällskaps Artikelserie Nr. 236

8) EFFINGER, A. Volum-, Gewichts- und Elastizitätsverhalten zahnärztlicher Abdruckmassen auf Silikonbasis
Dtsch. zahnärztl. Z. 13, 256 (1958)

9) EICHNER, K. Der Kronenrand und das marginale Parodontium aus klinischer Sicht
Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 741 (1969)

10) FLAUMENHAFT, E. Kritische Betrachtungen über das Gußproblem in der Zahnheilkunde
Med. Diss. Köln 1959

11) FRÖHLICH, E. Zahnfleischrand und künstliche Krone in pathologisch-anatomischer Sicht
Dtsch. zahnärztl. Z.
22, 1252 (1967)

12) FUCHS, P. und KOBES, L. Untersuchungen zum Dimensionsverhalten silikonhaltiger elastischer Abformmassen
Dtsch. Zahnärztebl.
21, 218 (1967)

13) GARDEMIN, U. Über das Volumenverhalten von Hartgipsen und Modellzementen
Dtsch. zahnärztl. Z.
24, 539 (1969)

14) GAUSCH, K. Bedeutung und Herstellung des galvanischen Silbermodells in der Zahnheilkunde
Zahnärztl. Welt/Reform
66, 721 (1965)

15) GERATS, R. Ein Beitrag zur Verwendung gummielastischer Abdruckmaterialien in der indirekten Kronen- und Brückentechnik unter besonderer Berücksichtigung einer silbergalvanoplastischen Modellherstellung
Med. Diss. Düsseldorf 1962

16) GERATS, R. Dimensionsverhalten von nach einer Doppelabdruckmethode mit gummi-elastischen Abdruckmaterialien hergestellten Prüfkörpern
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 724 (1963)

17) GERLACH, H.P. Beiträge zur Materialienkunde I. Studie über feuerfeste Einbettungsmassen
Dtsch. zahnärztl. Wschr. 35, 1121 (1932)

18) GODT, H. Über die Verwendung verschiedener Modellwerkstoffe bei der indirekten Gußherstellung
Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 44 (1964)

19) GUTOWSKI, A. Stumpfmodelle mit Hilfe der Nickelgalvanoplastik
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 162 (1965)

20) HANSOHM, P. Vergleichende Bestimmung der Restkontraktionswerte gebräuchlicher Gußmetalle beim zahnärztlichen Gußverfahren
Med. Diss. Frankfurt 1937

21) HEHRING, H. Über die Auswirkung der Abbindeexpansion von Einbettmassen auf die Paßgenauigkeit zahnärztlicher Gußobjekte
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1344 (1967)

22) HÖNIG, P. Vergleichende Untersuchungen über das Volumenverhalten von Einbettmassen unter besonderer Berücksichtigung der hygroskopischen Einbettmethode
Med. Diss. Berlin 1968

23) HOFMANN, M. Die Abformung des Kronenstumpfes und das Arbeitsmodell
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1288 (1967)

24) HOFMANN, M. und LUDWIG, P. Über das Dimensionsverhalten verschiedener Abdruckwerkstoffe im Hinblick auf ihre Eignung für das Korrekturabdruckverfahren. Teil I
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 6 (1968)

25) HOFMANN, M. und LUDWIG, P. Teil II
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 438 (1968)

26) ILG, V.K. Volumänderungen bei der Verarbeitung unserer Gußwachse
Zahnärztl. Rdsch.
48, 1149 (1939)

27) ILG, V.K. Über Expansions- und Kontraktionserscheinungen in der indirekten Technik
Schweiz. Mschr. Zahnheilk.
58, 95 (1948)

28) ILG, V.K. Untersuchungen zur indirekten Technik, im besonderen zur Abdruckgenauigkeit in der indirekten Technik
Dtsch. zahnärztl. Z.
9, 1226 (1954)

29) ILG, V.K. Untersuchungen zur indirekten Technik, im besonderen zur Modelltreue in der indirekten Technik
Dtsch. zahnärztl. Z.
10, 690 (1955)

30) ILG, V.K. Untersuchungen zum Dimensionsverhalten der Silicone-Abdruckmassen. Teil I: Abdruckmaterial: ungeformt
Dtsch. zahnärztl. Z.
13, 1377 (1958)

31) ILG, V.K.

Teil II:
Abdruckmaterial: geformt
Präparation: positiv

Dtsch. zahnärztl. Z.
14, 405 (1959)

32) ILG, V.K.

Teil IV:
Material: geformt
a) thermoplastisch (Xantygen)
b) Silicone-Masse (Lastic 55)
Präparation: positiv und
negativ
Alter der Abdrücke: 1 Stunde

Dtsch. zahnärztl. Z.
14, 651 (1959)

33) ILG, V.K.

Teil V:
Abdruckmaterial: geformt
Präparation: positiv
Abdruckalter: 1-96 Stunden

Dtsch. zahnärztl. Z.
14, 772 (1959)

34) ILG, V.K.

Teil VII:
Abdruckmaterial: geformt
Präparation: positiv und
negativ
Alter der Abdrücke: 8 1/2 -
14 Tage
Temperatur: 5-35 Grad Celsius

Dtsch. zahnärztl. Z.
14, 1079 (1959)

35) ILG, V.K.
Teil IX:
Abdruckmasse: geformt, aber mit verschieden großer Wandstärke
Präparation: positiv
Alter: verschieden
Dtsch. zahnärztl. Z.
15, 427 (1960)

36) ILG, V.K.
Untersuchungen zur "indirekten Technik"
Teil II:
Modellmaterial geformt
Präparation: positiv
Dtsch. zahnärztl. Z.
16, 1140 (1961)

37) KIRSTEN, H.
Kronenersatz
Verlag von Hermann Meusser
Leipzig 1936

38) KNAPPWOST, A.
Über das thermische Expansions- und Kontraktionsverhalten von Dentallegierungen und Einbettmassen und deren Beziehungen zur Sekundärkaries
Zahnärztl. Welt 4, 523 (1949)

39) KÖRBER, E. und LEHMANN, K.
Vergleichende Untersuchungen bei Abdruckmaterialien für Kronen und Brücken
Dtsch. zahnärztl. Z.
24, 791 (1969)

40) KRÄUTLE, L. Die Auswirkung der Abbindeexpansion von Einbettmassen auf die Wachsmodelle
Med. Diss. Berlin 1960

41) KRAFT, E. Die Gestaltung des Kronenrandes
Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 750 (1969)

42) LENZ, E. Prüfung der Modellherstellung für festsitzenden Zahnersatz
Dtsch. Stomat. 19, 90 (1969)

43) LUDWIG, P. Über das Volumenverhalten verschiedener Abdruckwerkstoffe im Hinblick auf ihre Eignung für das Korrekturabdruckverfahren
Med. Diss. Tübingen 1967

44) MÁTHÉ, J. Inlay- und Kronenarbeiten
Verlag Urban und Schwarzenberg Wien 1948

45) MEISNER, E.J.G. Eine vergleichende Untersuchung über die Abform-und Modellmaterialien zur Herstellung von Vollgußkronen
Med. Diss. Erlangen-Nürnberg 1966

46) NEWMAN, A. und WILLIAMS, J.D. Die Materials for Inlay, Crown and Bridge Work
J. brit. dent. Ass. 127, 415 (1969)

47) PAIMQUIST, S. Metal-Sprayed Dies: I. Dimensional Accuracy - Comparative Study
J. dent. Res. 49, 475 (1970)

48) PANTKE, H. und HERRNSDORF, U. Untersuchungen über das Dimensionsverhalten der Modellwerkstoffe Duroc und Glastone
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 561 (1966)

49) PFANNENSTIEL, H. Vergleichende Untersuchungen von Abformmaterialien aus der Sicht des Dental-Labors
Dent. Labor 18, 19 (1970)

50) PLISCHKA, G. und SORGER, F. Über Fehlerquellen verschiedener Abdruckverfahren in der Praxis
Österr. Zeit. Stomatol. 67, 207 (1970)

51) REHBERG, H.J. Zusammenhänge zwischen Eigenschaften und klinischer Anwendung elastomerer Abformmassen
Dtsch. Zahnärztebl. 23, 61 (1969)

52) REITHER, W. Neue Versuche zur Gußtechnik und ihre Auswertung
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 1252 (1965)

53) REITHER, W. Vergleichende Untersuchungen über das Dimensionsverhalten von Wachs- und Kunststoff-Gußmodellen
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 76, 40 (1966)

54) REITHER, W. und STECK, W. Neue Untersuchungen über die Abbindeexpansion verschiedener Einbettmassen
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1235 (1967)

55) RITZE, H. Untersuchung verschiedener Modellmaterialien
Dent. Labor 14, 299 (1966)

56) ROHRBACH, H. Über den Einfluß von Gußspannungen auf die Formabweichungen zahnärztlicher Gußstücke
Med. Diss. Tübingen 1961

57) SCHWINDLING, R. Indirekte Bestimmung des Dimensionsverhaltens von Silicon-Abdruckmassen
Stoma (Heidelb.) 13, 121 (1960)

58) SCHWINDLING, R. Abformmaterialien und -methoden für Kronen und Brückenersatz

Zahnärztl. Welt/Reform
66, 423 (1965)

59) SCHWINDLING, R. Die Abformung mit silikonhaltigen Abformmassen

Dtsch. zahnärztl. Z.
21, 930 (1966)

60) SCHWINDLING, R. Abformwerkstoffe in: Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung

Herausgeber: EICHNER, K.,
Bln. Verlagsges., Berlin 1967

61) SCHWINDLING, R. Modellwerkstoffe in: Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung

Herausgeber: EICHNER, K.,
Bln. Verlagsges., Berlin 1967

62) SCHWINDLING, R. Maßnahmen zur Vermeidung der Abbindekontraktion des Abformwerkstoffes Impregum

Dtsch. zahnärztl. Z.
25, 899 (1970)

63) SCHWINDLING, R. Das Messen von Dimensionsveränderungen an elastomeren Abformwerkstoffen
Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 710 (1970)

64) SCHWINDLING, R. Lineare Dimensionsveränderungen von Thiokol-Abformmassen
Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 1121 (1970)

65) SCHWINDLING, R. und HENNIG, M. Über die Originaltreue galvanoplastisch hergestellter Arbeitsmodelle nach Silikonabdrücken
Dent. Labor 19, 19 (1971)

66) SOLBRIG, O. Welche Faktoren bedingen die Formveränderungen in dem Gußverfahren?
Vjschr. Zahnheilk. 81 (1922)

67) TORESKOG, S., PHILLIPS, R.W. and SCHNELL, R.J. Properties of Die Materials: A Comparative Study
J. prosth. Dent. 16, 119 (1966)

68) UEBE, D.H. Handbuch des Kronen- und Brückenersatzes
Verlag Neuer Merkur GmbH, München 1968

69) VACEK, M. Über die Reproduktionsverläßlichkeit einiger Hartgipse

Quintess. zahnärztl. Lit. 17, Ref. 2955 (1966)

Für die Überlassung des Themas sowie für wertvolle Ratschläge möchte ich Herrn Prof. Dr. E. Kraft meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

LEBENSLAUF

Am 24. April 1940 wurde ich, Florian Groth, in Dresden/Sachsen als Sohn des Dipl. Braumeisters Max Groth und seiner Frau Ingeborg Groth, geb. Thiele, geboren.

Von 1946 - 1951 besuchte ich die Volksschulen in Tann/Ndb. und in Gräfelfing bei München, von 1951 - 1954 das Realgymnasium Gräfelfing, von 1954 - 1958 die Donau-Oberrealschule in Kelheim und von 1958 - 1961 die Rupprecht-Oberrealschule in München, an der ich die Reifeprüfung ablegte.

Von 1961 - 1963 studierte ich an der Technischen Hochschule in München das Fach Bauingenieurwesen. Im Wintersemester 1963/64 wurde ich zum Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig-Maximilians-Universität in München aufgenommen, das ich nach bestandener Vorprüfung im Wintersemester 1966/67 mit dem Staatsexamen nach dem Sommersemester 1969 beendete. Im Januar 1970 erhielt ich die Approbation als Zahnarzt und bin seitdem als Verwalter der Dienstgeschäfte eines wissenschaftlichen Assistenten in der Prothetischen Abteilung der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität München tätig.